

5. AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO

Davi José Silva¹
José Pereira Leite²
Maria Cristina Lemos da Silva³

5.1. Métodos de Avaliação da Fertilidade do Solo

Existem vários métodos para avaliar a fertilidade do solo. Do ponto de vista técnico, eles podem ser agrupados em métodos biológicos e químicos.

5.1.1. Métodos biológicos

5.1.1.1. Sintomas visuais

A observação de sintomas de deficiências visuais é sempre útil, mas não permite uma avaliação direta da fertilidade do solo. No máximo, é possível detectar sintomas de carência de nutrientes, em geral em estágio avançado.

5.1.1.2. Ensaio com plantas superiores

Esses ensaios biológicos podem ser realizados no campo ou em vasos. Eles constituem a parte mais importante da base experimental que serve de suporte para a avaliação da fertilidade do solo. Contudo, não é possível usar ensaios de fertilização para resolver problemas individuais de propriedades agrícolas. Em geral, apenas instituições de pesquisa ou algumas organizações melhor estruturadas conseguem realizar ensaios de fertilização.

5.1.1.3. Ensaio com microrganismos

Assim como os ensaios com plantas, esses ensaios são realizados apenas por instituições de pesquisa ou por empresas privadas bem estruturadas e que possuem interesses específicos.

5.1.2. Métodos químicos

5.1.2.1. Análise de solo

A análise química do solo pode ser considerada a única técnica disponível de fácil acesso para avaliação direta da fertilidade do solo. Além disso, apresenta uma série de vantagens sobre os demais métodos de avaliação da fertilidade do solo: baixo custo, rapidez, pode ser realizada em qualquer época do ano, entre outras.

¹ Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador da EMBRAPA/CPATSA

² Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Fertilidade do Solo, Pesquisador do IPA

³ Engenheira Agrônoma, M.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas - Pesquisadora do IPA

5.1.2.2. Análise de planta

A análise de tecido vegetal reflete, de certo modo, na fertilidade do solo, mas não permite avaliá-la. O teor de nutrientes na planta é consequência de um conjunto de fatores que condicionam a absorção de nutrientes. Constitui, portanto, uma forma indireta de avaliar a fertilidade do solo, usando a planta com solução extratora.

Existem três premissas que devem ser obedecidas para que a diagnose foliar possa ser usada; dentro de limites, devem existir relações diretas (variação no mesmo sentido) entre as seguintes variáveis:

- a) suprimento do nutriente pelo solo e produção;
- b) suprimento do nutriente pelo solo (ou fertilizante) e teor foliar do mesmo;
- c) teor foliar e produção.

5.2. Análise de Solo

5.2.1. Amostragem

Por definição, amostragem é o processo de obtenção da amostra para ser analisada como representante de um todo. Estatisticamente, é o conjunto de métodos utilizados na obtenção de amostras representativas de uma população. Nesta linha de raciocínio, amostra é a parte ou unidade de um produto natural, neste caso o solo, que se obtém para representar uma área homogênea.

A amostragem de solo é a primeira etapa de um programa para avaliação da sua fertilidade. Portanto, o conhecimento da condição da fertilidade do solo no âmbito de uma área cultivada ou não, permite o emprego das mais confiáveis práticas de manejo de fertilizantes e de corretivos.

Considerando que não é possível analisar o campo como um todo, e, sabendo-se que um dos aspectos mais importantes associados com análises de solo para diagnosticar a sua fertilidade é a obtenção de uma amostra que represente a área a ser testada, lança-se mão dos recursos teóricos da amostragem. É necessário deixar claro que a amostra entregue ao laboratório deve representar o solo da área em que se pretende implantar ou manter uma cultura.

Uma amostra de solo que não é representativa da área da qual foi coletada, dá origem a resultados desprovidos de confiabilidade e poderá provocar perda de investimento para o produtor rural, tendo em vista que se pode estar aplicando ao solo, mais (ou menos) fertilizantes e/ou corretivos do que são necessários para a cultura. Também poderá acarretar perdas de tempo, de reagentes e, o que é indesejável, da credibilidade do laboratório.

Tendo em vista que um hectare de solo, cuja amostra composta foi coletada à profundidade de 0,20 m e cuja densidade aparente (global) é de $1,2 \text{ g cm}^{-3}$, tem a massa de 2.400.000 kg e, sabendo-se que a amostra quando remetida ao laboratório, tem a massa de cerca de 500 g, e finalmente que, apenas 12 g (10 mL) serão usados em cada determinação, infere-se que as técnicas da amostragem devem ser rigorosamente seguidas. Portanto o resultado analítico dessa pequena fração de solo deverá refletir a fertilidade da massa desse hectare.

5.2.1.1. Seleção da área

O solo é um sistema dinâmico do ponto de vista biológico, físico e químico. Todo solo apresenta variabilidade de características, devido aos fatores de formação, os quais variam entre e dentro de locais. Há três direções de variação que podem ocorrer quando se aceita que uma amostra possa estimar os parâmetros da fertilidade do solo, a saber: vertical, horizontal e tempo. Variação em qualquer dessas fontes, conduz a uma recomendação de fertilizantes e/ou de corretivos incorreta. Portanto um programa de análise de solo para dar assistência aos agricultores é posto em risco, se as regras analíticas e a teoria da recomendação forem aplicadas a uma amostra não representativa. Com o propósito de garantir a representatividade das amostras, a área deverá ser dividida em subáreas homogêneas, identificando-as por número ou por nome. Em cada uma dessas subáreas, serão coletadas *amostras simples*, com as quais, preparar-se-á a *amostra composta*.

Cada área onde se irá executar a *amostragem*, deverá conter características uniformes. A uniformidade é aceita, quando se obedece aos seguintes aspectos: topografia; cobertura vegetal (ou cultura); tipo de solo e cor; bem como, textura; grau de erosão; drenagem e, finalmente, histórico da utilização, especificamente concernente ao uso de fertilizantes e de corretivos. Numa paisagem hipotética (Figura 5.1.), estão representadas as *subáreas*, levando-se em consideração os aspectos acima citados.

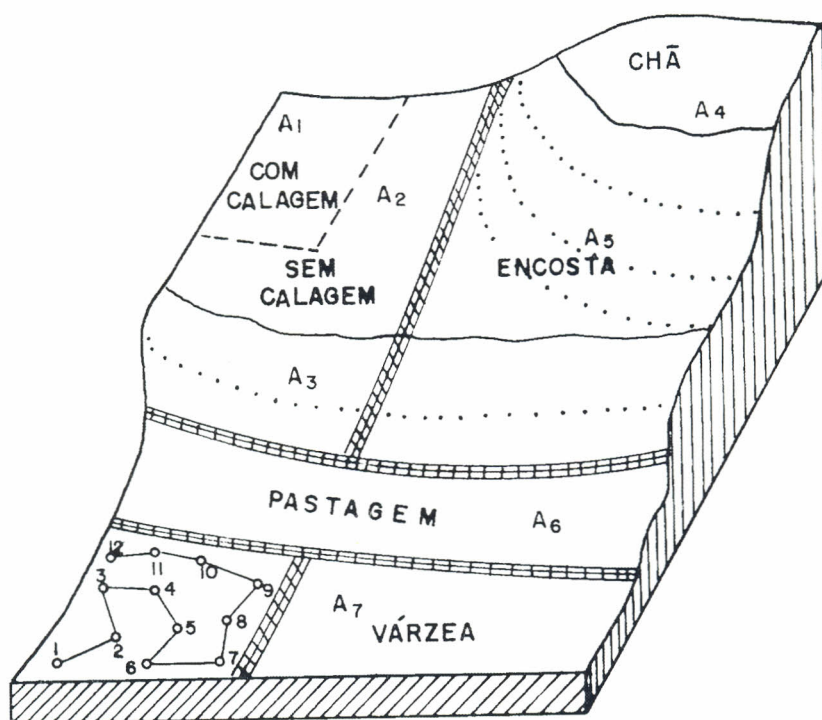


Figura 5.1. Divisão da área em subáreas para amostragem, de acordo com a topografia e o uso do solo.

5.2.1.2. Tipos de amostra

a) Amostra Simples

A que representa apenas um indivíduo, ou seja, um volume de solo proveniente de um ponto na área e numa profundidade única

b) Amostra Composta

A oriunda da homogeneização das amostras simples. É o indivíduo que representa a área.

A área da propriedade deve ser dividida em *subáreas*. Considerando a variabilidade do terreno, a subárea não deve ser superior a 20 ha e a máxima tolerável é de 40 ha. Em geral, não é conveniente amostrar áreas maiores que 10 ha. Se entretanto, a propriedade for extensa, o que torna impraticável amostrar completamente, recomenda-se selecionar algumas áreas representativas de situações diferentes.

É importante ter um mapa ou fazer um croqui da propriedade, indicando a posição das áreas que serão amostradas e identificadas. O croqui deve ser guardado junto com os resultados analíticos, para acompanhamento da evolução da fertilidade do solo nos anos subseqüentes.

Dependendo da maneira como o solo vem sendo usado, as subáreas terão as seguintes dimensões (Tabela 5.1.).

TABELA 5.1. Tamanho das subáreas homogêneas, segundo o uso

Uso	Subárea (ha)
Pastagem natural	15 a 10
Terreno plano com culturas anuais	2 a 7
Terreno erodido com culturas anuais	1 a 2
Terreno irrigado com culturas anuais	0,5 a 1
Pomar (fruticultura)	0,5 a 1
Hortaliças irrigadas	0,5 a 1

5.2.1.3. Número de amostras simples a coletar, por amostra composta

Após a divisão da área e a identificação das subáreas, o número de amostras simples para formar uma amostra composta, é estabelecido conforme a Tabela 5.2.

TABELA 5.2. Número de amostras simples para formar uma composta

Área (ha)	Nº amostras simples/composta
< 3	15
3 a 5	20
5 a 7	25 a 30

A retirada de um número superior a 20 amostras simples por hectare, provavelmente não aumentará de maneira significativa a precisão da amostragem, no que concerne à representatividade. Em contrapartida, mesmo que a área seja considerada homogênea, não se deve coletar menos de 10 amostras simples por hectare para compor a amostra composta.

São injustificadas e tecnicamente erradas as simplificações realizadas na prática, com amostragem efetuada em poucos pontos e, até mesmo, em apenas um. Amostras coletadas em tais condições, podem distorcer seriamente, a situação real da fertilidade da área, conduzindo a recomendações inadequadas.

5.2.1.4. Época e frequência da amostragem

A época exata de coleta da amostra de solo não é definida rigorosamente. Entretanto amostragem executada imediatamente após a fertilização não é correta. Ela poderá ser efetuada em qualquer época do ano, entretanto, considerando-se o tempo gasto para que a amostra chegue ao laboratório, o processamento analítico da amostra e o recebimento dos resultados pelo interessado, é ideal que a amostragem seja realizada no mínimo com 60 dias antes da aração, da aplicação e incorporação do corretivo da fertilização e do plantio. É conveniente lembrar que o calcário, após a incorporação, demanda mais de 30 dias para reagir, corrigindo a acidez do solo. Para a maioria das culturas anuais do Estado, o ideal será proceder à amostragem no início da estação seca, e para as culturas perenes, logo após a colheita.

A análise de solo deve ser repetida em intervalos que podem variar de 1 a 4 anos, dependendo da intensidade da fertilização e do número de culturas anuais consecutivas, empregando-se maior frequência para as áreas que receberam maiores aplicações de fertilizantes.

5.2.1.5. Caminhamento

O raciocínio estatístico aplicado à teoria da amostragem é fundamental na pressuposição de que cada observação é independente e identicamente distribuída. A coleta de amostra de solo pelo método de ziguezague, é o procedimento que mais se ajusta àquele raciocínio. Nessas condições, onde as áreas são percorridas por este procedimento, as amostras compostas são homogêneas e representativas de cada situação, considerando que as faixas de variação da fertilidade são exploradas (Figura 5.2.).

Os pontos de coleta das amostras simples são determinados ao acaso, por caminhamento pela subárea, em intervalos de 20 ou 30 passos. Deve-se evitar os locais em que o solo natural está visivelmente modificado pela atividade de formigas, cupins ou por outras razões: despejo de fertilizantes, de calcário, de cinza, de esterco, etc. Devem ser evitadas, também, as proximidades de currais, construções, estradas, drenos e de canais de irrigação, bem como áreas encharcadas.

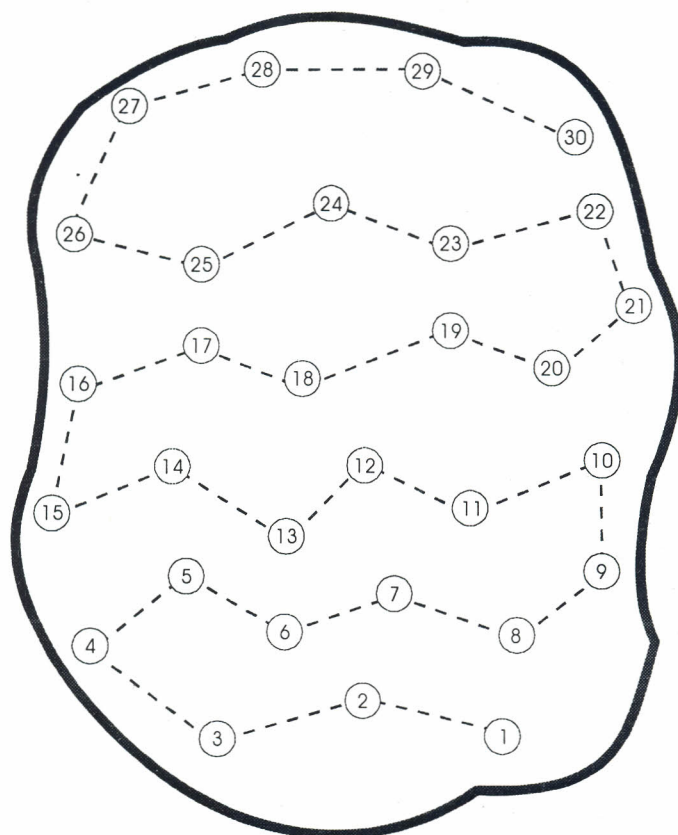


Figura 5.2. Caminhamento em ziguezague durante a amostragem.
Representação da coleta de 30 amostras simples cobrindo a área

5.2.1.6. Profundidade de coleta das amostras simples

Para a maioria das culturas, as amostras devem ser retiradas na camada de 0 a 0,20 m.

No caso de áreas novas, principalmente aquelas destinadas à implantação de culturas perenes, é ideal realizar a amostragem nas camadas de 0 a 0,20 m; de 0,20 a 0,40 m e de 0,40 a 0,60 m. Este sistema permite ao técnico avaliar os solos das áreas onde as culturas apresentarão mais problemas para o desenvolvimento normal das raízes em profundidade e sugerir medidas práticas de manejo para contornar seus efeitos nas futuras produções.

Mesmo em culturas anuais, em algumas partes da área, é aconselhável coletar amostras simples (pelo menos cinco por composta) na camada de 0,20 a 0,40 m, (separadas das amostras simples da camada de 0 a 0,20 m), para saber como está se comportando o solo nessa camada. A amostragem em camadas mais profundas, permitirá ainda, acompanhar a evolução da fertilidade do solo em profundidade, levando ao conhecimento mais detalhado de eventuais problemas de desbalanço nutricional, de teor de alumínio tóxico e de salinidade.

Quando se conhece as profundidades dos horizontes genéticos do solo, as amostras simples devem ser coletadas obedecendo às profundidades dos horizontes.

A padronização da profundidade da amostragem a 0,20 m, tem a vantagem de uniformizar o procedimento, permitindo a comparação dos resultados.

Para uma mesma amostra composta, as amostras simples, que lhe darão origem, deverão ser retiradas à mesma profundidade e contribuir com o mesmo volume de solo. Admite-se que o resultado analítico obtido na amostra composta, seja equivalente à média dos resultados que seriam conseguidos nas análises das amostras simples. Apenas a estimativa da média será obtida através da amostra composta.

5.2.1.7. Ferramenta e material necessários à amostragem

Para a retirada das *amostras simples* deve-se ter à disposição uma das seguintes ferramentas: *trado holandês*, que tem bom desempenho em qualquer tipo de solo, mas exige grande esforço físico; o *trado de rosca*, mais adequado para solos arenosos e úmidos; o *trado caneco*, ideal para solos secos e compactados, não exigindo muito esforço físico; o *trado de cano*, ideal para amostragem em terra fofa e ligeiramente úmida, e, a *pá de corte* ou *reta*, ferramenta mais disponível e simples para o agricultor e que deve ser usada isoladamente em terra úmida e fofa ou com o *enxada* em solo seco e compactado. Há, ainda, a *enxada comum*, o *cavador* e a *colher de jardineiro*. É recomendável ter-se à disposição, um trado adequado para amostragem até 0,80 m de profundidade.

Os materiais usados para amostragem são: balde plástico ou metálico; sacos plásticos, de pano, limpos; caixas de papelão, internamente impermeabilizadas e comercializadas pelo Laboratório; etiquetas; lápis de grafite e o formulário para informações.

Quando a amostra for coletada com o objetivo de determinações de micronutrientes, deve-se evitar o emprego de ferramenta ou material metálico. Usa-se, preferencialmente, objetos de polietileno, plástico ou de madeira. Com este cuidado, evita-se a contaminação da amostra, principalmente com ferro, zinco, etc. Pode-se usar trado de aço inoxidável.

5.2.1.8. Instruções para coleta das amostras

No caso de área ainda não arada, antes da coleta, deve-se ter o cuidado de limpar a superfície do solo nos locais escolhidos para retirar as amostras simples, removendo resíduos não decompostos de tecido vegetal, folhas, talos, etc.; fezes de animais; pedras; tomando-se a devida cautela para não remover a parte superficial do solo.

Se a amostragem for realizada com os restos da cultura anterior ainda no campo, deve-se evitar a retirada de amostras simples nos sulcos de plantio. Se a cultura anterior houver recebido mistura fertilizante nos sulcos, a coleta de amostras simples nos mesmos, conduzirá a resultados analíticos indicando fertilidade maior do que a real, devido ao efeito residual dos elementos fertilizantes que compõem a mistura, principalmente, do fósforo. No caso de cultura anterior esgotante, por exemplo, milho não fertilizado, a amostragem apenas nos sulcos de plantio levaria a resultados mais baixos do que aqueles do solo entre os sulcos, vez que houve extração de nutrientes pela cultura. Convém deixar claro que, após a aração, caso não haja sido feita marcação precisa, dificilmente os sulcos serão feitos exatamente nos locais onde a cultura anterior foi plantada. Com a retirada das amostras simples apenas nas entrelinhas, não se estará considerando o efeito residual dos fertilizantes, e ocorrerá, também, uma avaliação irreal da área. Do ponto de vista da melhoria da fertilidade do solo da propriedade como um todo e do fornecimento de nutrientes para a cultura que será implantada, é preferível realizar a amostragem nas entrelinhas da cultura anterior.

Quando a amostragem é executada em áreas de culturas perenes, já implantadas e nunca fertilizadas, as amostras simples devem ser retiradas nos locais em que serão feitas as aplicações de fertilizantes, isto é, na projeção das copas (Figura 5.3.). Em áreas de culturas perenes implantadas e que já receberam aplicações de fertilizantes na superfície, devem ser coletadas duas amostras simples em cada local, sendo a primeira superficialmente (de 0 a 0,5 m) e a segunda subsuperficial, de 0,5 m até a profundidade efetiva do sistema radical; mas sempre retirando-as na projeção das copas; resultando, desse modo, duas amostras por área homogênea.

No caso de culturas perenes já implantadas, a localização das amostras simples pode seguir dois critérios: a) fazer a amostragem da área fertilizada na projeção da copa, separadamente da área não fertilizada, (entrelinhas ou rua); portanto duas amostras compostas cada uma contendo 20 amostras simples; b) efetuar a amostragem com uma amostra composta, coletando metade das amostras simples na área fertilizada (projeção da copa) e a outra nas entrelinhas. (Figura 5.3.)

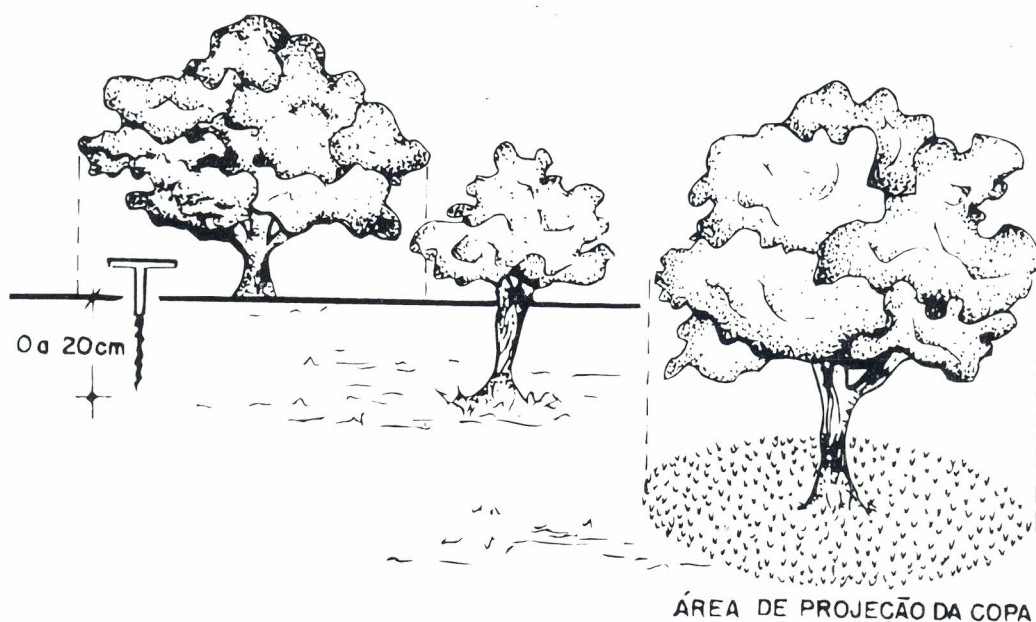


Figura 5.3. Projeção da copa: área para amostragem de solo em culturas perenes

Preferencialmente, as amostras deveriam ser coletadas com trados, mas há situações em que o terreno está muito seco, tornando-se necessário o emprego do enxadeco, alavanca ou cavador para abertura da cova. Nessas condições, é necessário utilizar-se uma medida de volume definida, como uma pequena lata ou copo, com o objetivo de atender à exigência de equivalência de volumes de solo para todas as amostras simples. Esse volume é obtido, após a homogeneização da terra da fatia, à profundidade escolhida. Nesse procedimento, é necessário que a fatia apresente a mesma espessura em toda sua extensão, de forma a existir idêntica contribuição das camadas que a compõe. Esquemáticamente (Figura 5.4.) mostra-se o procedimento da coleta da amostra em terrenos muito secos.

Os solos das amostras simples que formarão uma composta, são reunidos e misturados em um recipiente (balde plástico com volume de 10 Litros), previamente limpo; sem perigo de contaminação com material estranho. No balde, as amostras simples devem ser bem misturadas, quando, então, retira-se 400 ou 500 g para constituírem a amostra composta. Essa será posta na caixa de papelão com as informações do laboratório e, na ausência dela, acondicioná-la em saco plástico limpo, contendo etiquetas (interna e externa), com informações identificadoras.

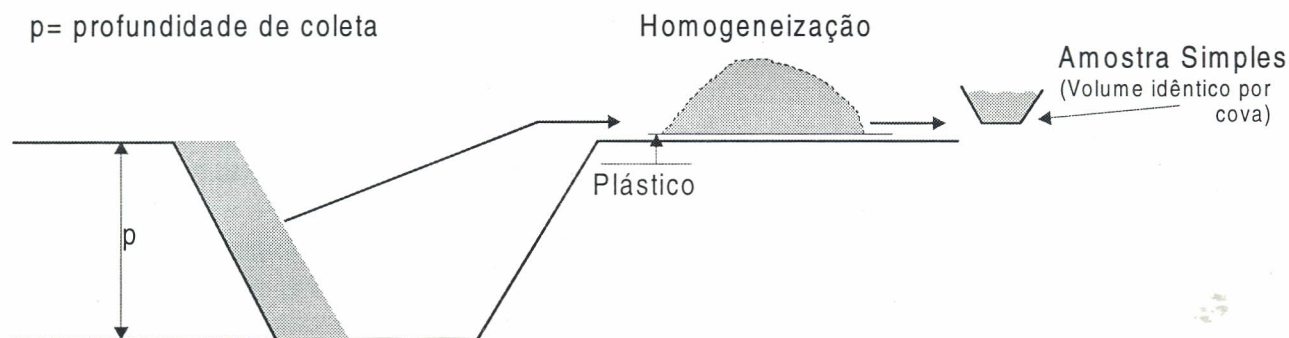


Figura 5.4. Detalhes da amostragem em terreno muito seco

É conveniente evitar a contaminação com cinza de cigarro, que altera, substancialmente o resultado analítico, principalmente o de potássio.

Quando a área é cultivada com cana-de-açúcar, o número de amostras simples a ser retirado no talhão (chá, encosta, etc.) dependerá, também, da área (Tabela 5.3.)

TABELA 5.3. Número de amostras simples para formar uma composta

Área do talhão (ha)	Número de amostras simples por composta	
	Cana-planta	Cana-soca
< 3	15	18
3 a 5	20	27
> 5	25 a 30	36

Quando o talhão estiver ocupado com socaria, as amostras simples serão coletadas caminhando-se, também, em ziguezague, observando-se o seguinte procedimento: para cada oito amostras simples coletadas nas entrelinhas, deve-se tirar uma na fileira.

5.2.1.9. Acondicionamento

As *amostras compostas*, obtidas da maneira anteriormente descrita, devem ser secas ao ar, em ambiente ventilado e protegido de contaminação, e acondicionadas em caixinhas de papelão plastificada internamente e preparadas pelo próprio laboratório. Caso não haja disponibilidade das mesmas, usar sacos plásticos limpos. Não acondicionar amostra molhada em saco plástico.

Se o solo estiver molhado, convém deixar secar as amostras simples ao ar; só depois, misturá-las para tirar a amostra composta.

5.2.2. Metodologia de análise e interpretação dos resultados

No laboratório, a amostra de solo é secada ao ar, destorroadada, passada em peneira de 2 mm de diâmetro e analisada segundo a metodologia proposta pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1979).

Nos laboratórios de rotina são realizadas as seguintes determinações: pH (H_2O); fósforo e potássio disponíveis; alumínio, cálcio e magnésio trocáveis.

A determinação do pH é feita através de leitura em potenciômetro, na suspensão de solo e água, na razão de 1 : 2,5, após tempo de contato não inferior a uma hora.

Para determinação dos teores de fósforo e de potássio é usado o extrator de Mehlich-1 (H_2SO_4 0,025 N + HCl 0,05 N). A relação solo/solução extratora é de 1:10 (10 cm^3 de solo para 100 mL de solução extratora).

O fósforo é determinado colorimetricamente, em alíquota do extrato, após formação de complexo fosfo-molibdico, na presença do ácido ascórbico, enquanto que o potássio é obtido através do método de fotometria de chama.

Os resultados para fósforo são expressos em miligramas por decímetro cúbico ($mg\ dm^{-3}$), e para potássio, em centimol de carga por decímetro cúbico ($cmol_c\ dm^{-3}$).

O alumínio, o cálcio e o magnésio trocáveis são extraídos com solução de KCl 1N usando-se, também a relação de 1:10 (10 cm^3 de solo para 100 mL de solução extratora).

A determinação do alumínio é feita através da titulação de alíquota do extrato de solo com solução de hidróxido de sódio 0,025 N, em presença do indicador azul de bromotimol.

Os teores de cálcio mais magnésio, também são determinados volumetricamente, utilizando-se na titulação, a solução de ácido etilenodiamino tetraacético dissódico (EDTA) 0,025 N, sendo o eriochrome black-t usado como indicador. Em outra alíquota do extrato do solo, é feita a determinação do cálcio, mediante titulação com solução de EDTA 0,025 N, usando-se ácido calconcarbônico como indicador. A concentração de magnésio é obtida pela diferença entre as determinações de cálcio mais magnésio e de cálcio. Os resultados dessas determinações são expressos em centimol de carga por decímetro cúbico ($cmol_c\ dm^{-3}$).

Outras determinações poderão ser feitas a pedido dos interessados.

Obtidos os dados analíticos da amostra do solo, prossegue-se com a interpretação dos resultados que é feita mediante o estabelecimento de níveis para os elementos. Esses níveis são definidos a partir de estudos de correlação entre os teores do elemento revelado pela análise e a produção relativa de uma determinada cultura, em uma dada região. As curvas de calibração são preparadas a partir dessas correlações. Elas são válidas para um dado elemento e obtidas através de resultados de pesquisas de laboratório e experimentação de campo, em larga escala, requerendo grande infra-estrutura física e de pessoal técnico especializado.

5.3. Avaliação Nutricional das Plantas

5.3.1. Considerações gerais

A análise mineral de tecidos vegetais é usada para avaliar o estado nutricional das culturas. Quando utilizada em complemento à análise de solo, constitui-se um importante instrumento de controle da nutrição mineral das plantas.

Normalmente, a folha é a parte da planta utilizada na análise, por isso chamada de análise foliar. Isto se deve ao fato de a folha ser a sede do metabolismo, refletindo, na sua composição, as mudanças nutricionais.

A utilização da análise foliar como diagnose, baseia-se na premissa de que existe uma relação significativa entre os teores de nutrientes disponíveis no solo e os teores de nutrientes na planta, e que, para aumentos ou decréscimos nas concentrações na folha, correspondem a aumentos ou decréscimos nas produtividades da planta, respectivamente (Dechen et al., 1995).

Há muitos fatores como, espécie, variedade, idade fisiológica e posição a ser amostrada, que interferem na composição mineral das plantas. Por isso, antes de fazer-se a amostragem do material vegetal para ser analisado, é necessário que estes fatores estejam bem definidos.

5.3.2. Amostragem

Do mesmo modo que a amostragem do solo para fins de avaliação da fertilidade, a amostragem do tecido vegetal é uma das etapas mais importantes para aumentar a probabilidade de sucesso no uso da análise foliar.

Alguns aspectos devem ser considerados, com o objetivo de padronizar os critérios de amostragem:

- a) As folhas recém-maduras são os órgãos da planta que melhor refletem o estado nutricional da cultura, sendo, portanto, as mais indicadas para serem amostradas;
- b) A época do ano, a posição da folha no vegetal, o número de folhas por planta e por gleba devem se padronizados;
- c) Cada amostra deve ser coletada em plantas da mesma cultivar, com a mesma idade e que representem a média da população;
- d) Escolher para a coleta apenas as folhas inteiras e sadias, evitando-se folhas atacadas por pragas e doenças;
- e) Áreas cujas plantas apresentem sintomas de deficiência, áreas com ocorrência de manchas de solo, afetadas por salinização ou sujeitas à inundação, devem ser amostradas separadamente;
- f) Não se deve coletar amostras de folhas quando, nos dias antecedentes, aplicou-se fertilizantes e defensivos ao solo ou nas folhas, ou após períodos intensos de chuvas;
- g) Após a coleta, deve-se acondicionar as amostras em sacos de papel, identificando-as e enviando-as, imediatamente, para um laboratório.

Na Tabela 5.4. são apresentadas orientações quanto à amostragem para a diagnose foliar em algumas culturas, com o objetivo de reduzir-se as possíveis variações no processo.

5.3.3. Interpretação dos resultados da análise foliar

A determinação de “níveis críticos” para os diversos nutrientes nas culturas de interesse econômico é uma tarefa que demanda grande esforço por parte da pesquisa. Para algumas culturas esses níveis já estão estabelecidos em condições brasileiras, enquanto para outras existem informações obtidas apenas em outras regiões do mundo. As informações disponíveis podem ser usadas como um guia básico para a interpretação da diagnose da fertilidade do solo e da nutrição da planta (Tabela 5.5.).

Para aquelas culturas em que ainda não se estabeleceram os níveis adequados de nutrientes que permitam a interpretação dos resultados analíticos, pode-se comparar dados de plantas aparentemente normais com os de plantas que apresentam algum sintoma de deficiência. Essa comparação possibilita o estabelecimento de padrões para a interpretação dos resultados. Contudo deve-se ter em consideração o nível de tecnologia adotado, por exemplo, alto, médio e baixo.

5.3.4. Diagnose visual

A observação do aspecto vegetativo de uma planta tem se mostrado como um bom método de diagnose de possíveis deficiências nutricionais. É um método qualitativo que se baseia no aparecimento de sintomas característicos em diversas partes da planta, principalmente nas folhas, quando a planta encontra-se com deficiência aguda de um ou mais nutrientes.

Embora seja um método rápido e eficiente, quando realizado por um técnico com grande experiência com a cultura, o método apresenta algumas limitações. Salvo para alguns nutrientes cujos sintomas são bem característicos, o emprego desse método é de valor prático limitado, tanto pela possibilidade de ocorrência simultânea de mais de um sintoma, quanto pela falta de precisão, confundindo-se, às vezes, com efeitos produzidos por pragas, doenças, estado hídrico do solo, efeito de herbicidas e excesso de fertilizantes. Uma grande limitação é o fato de que o nutriente pode estar limitando a produção, sem, contudo, provocar sintomas visuais. Além disso, a diagnose é feita, muitas vezes, num estágio do crescimento da planta, que a correção da deficiência não é mais recomendável.

Os sintomas de deficiência são obtidos cultivando-se as plantas de interesse em soluções nutritivas incompletas, a fim de provocar, pela falta absoluta do nutriente, o sintoma desejado. Com base nessas observações, são elaboradas chaves para a identificação de sintomas no campo (Tabela 5.6.).

TABELA 5.4. Procedimento de amostragem para diagnose foliar em algumas culturas

Cultura	Parte da planta	Idade, época, posição da folha	Nº de folhas e nº de plantas
Abacate	Limbo	Da 4ª a 6ª folha, a partir da extremidade de ramos sem frutos e sem segmentos secundários. Folhas com seis meses de idade, aproximadamente	4 folhas por planta, nos 4 pontos cardeais, amostra de 25 árvores
Abacaxi	Folha "D" inteira	No florescimento	1 folha por planta, amostra de 50 plantas. Cortar as folhas em pedaços e retirar 20 g
Abóbora	Pecíolo	Da folha recém-madura, no florescimento	1 por planta, amostra de 40 plantas
Alface	Nervura mediana	Da folha envolvente, no aparecimento da cabeça	1 por planta, amostra de 50 plantas
Algodão	Limbo	Da 5ª folha a partir do ápice da haste, no florescimento (1ª folha é aquela completamente aberta)	1 por planta, amostra de 30 plantas
Alho	Folha	Mais nova completamente desenvolvida, antes da formação do bulbo, durante ou depois	1 por planta, amostra de 40 plantas
Amendoim	Folha com pecíolo	4ª a partir da base, no caule principal, sem contar os ramos cotiledonares, no florescimento	1 por planta, amostra de 50 plantas
Amoreira	Limbo	Da 1ª folha adulta abaixo do ponto de crescimento, na época da colheita	2 folhas por planta, amostra de 50 plantas
Arroz	Folha	Lâminas de folhas recém-maduras, no florescimento	1 folha por planta, amostra de 200 plantas
Aspargo	Ramo	0,30 m superiores dos ramos maduros, eliminando-se a haste	1 ramo por planta, amostra de 25 plantas
Banana	Folha	0,10 m centrais da 3ª folha a partir do ápice, eliminando-se a nervura central, na época de emissão da inflorescência	1 folha por planta, amostra de 25 plantas
Batata	Folha	4ª ou 5ª a partir da ponta, no início do florescimento	1 folha por planta, amostra de 50 a 100 plantas

TABELA 5.4. Procedimento de amostragem para diagnose foliar em algumas culturas. Continuação

Cultura	Parte da planta	Idade, época, posição da folha	Nº de folhas e nº de plantas
Brócolis	Nervura principal	Da folha recém-madura, no meio do ciclo	1 por planta, amostra de 40 plantas
Cacau	Limbo	2ª e 3ª folhas verdes, a partir do ápice do ramo na altura média da planta, 4 a 8 semanas após o florescimento principal	4 folhas por planta, amostra de 25 plantas
Café	Folha com pecíolo	3º par de folhas, a partir da ponta do galho na altura média da planta	4 folhas por planta, nos pontos cardeais, amostra de 25 plantas
Cana-de-Açúcar	Folha	0,20 m centrais da folha +3 , excluída a nervura central, dos 4 ao 5 meses de idade	1 folha por planta, amostra de 100 plantas
Cebola	Folha	Mais alta, no meio do ciclo	1 por planta, amostra de 40 plantas
Cenoura	Folha com pecíolo	Época de maior crescimento das raízes. Cortar a coroa	1 por planta, amostra de 50 plantas
Citros	Folha com pecíolo	4 a 7 meses de idade (ramos com ou sem frutos)	4 folhas por planta, nos pontos cardeais, amostra de 25 plantas
Coco	Folíolo	Retirar 3 folíolos de cada lado da parte central da folha. Coletar 0,10 m centrais do folíolo, eliminando-se a nervura central. Até 4 anos: folha nº 4; 5 a 7 anos: folha nº 9; mais de 8 anos : folha nº 14	1 folha por planta, amostra de 25 plantas
Couve-flor	Nervura central das folhas externas	No início da formação da cabeça	1 folha por planta, amostra de 50 plantas
Ervilha	Limbo ou pecíolo	Do 3º nó a partir do ápice, quando a planta estiver com 8 a 9 nós	1 folha por planta, amostra de 50 plantas
Feijão	Limbo	Da 2ª folha a partir da ponta, no florescimento	1 folha por planta, amostra de 50 plantas
Goiaba	Folha com pecíolo	4º par, de ramos terminais sem frutos, um mês depois de terminar o crescimento do ramo	4 pares de folhas por planta, amostra de 25 plantas

5.3. Avaliação Nutricional das Plantas

5.3.1. Considerações gerais

A análise mineral de tecidos vegetais é usada para avaliar o estado nutricional das culturas. Quando utilizada em complemento à análise de solo, constitui-se um importante instrumento de controle da nutrição mineral das plantas.

Normalmente, a folha é a parte da planta utilizada na análise, por isso chamada de análise foliar. Isto se deve ao fato de a folha ser a sede do metabolismo, refletindo, na sua composição, as mudanças nutricionais.

A utilização da análise foliar como diagnose, baseia-se na premissa de que existe uma relação significativa entre os teores de nutrientes disponíveis no solo e os teores de nutrientes na planta, e que, para aumentos ou decréscimos nas concentrações na folha, correspondem a aumentos ou decréscimos nas produtividades da planta, respectivamente (Dechen et al., 1995).

Há muitos fatores como, espécie, variedade, idade fisiológica e posição a ser amostrada, que interferem na composição mineral das plantas. Por isso, antes de fazer-se a amostragem do material vegetal para ser analisado, é necessário que estes fatores estejam bem definidos.

5.3.2. Amostragem

Do mesmo modo que a amostragem do solo para fins de avaliação da fertilidade, a amostragem do tecido vegetal é uma das etapas mais importantes para aumentar a probabilidade de sucesso no uso da análise foliar.

Alguns aspectos devem ser considerados, com o objetivo de padronizar os critérios de amostragem:

- a) As folhas recém-maduras são os órgãos da planta que melhor refletem o estado nutricional da cultura, sendo, portanto, as mais indicadas para serem amostradas;
- b) A época do ano, a posição da folha no vegetal, o número de folhas por planta e por gleba devem se padronizados;
- c) Cada amostra deve ser coletada em plantas da mesma cultivar, com a mesma idade e que representem a média da população;
- d) Escolher para a coleta apenas as folhas inteiras e sadias, evitando-se folhas atacadas por pragas e doenças;
- e) Áreas cujas plantas apresentem sintomas de deficiência, áreas com ocorrência de manchas de solo, afetadas por salinização ou sujeitas à inundação, devem ser amostradas separadamente;
- f) Não se deve coletar amostras de folhas quando, nos dias antecedentes, aplicou-se fertilizantes e defensivos ao solo ou nas folhas, ou após períodos intensos de chuvas;
- g) Após a coleta, deve-se acondicionar as amostras em sacos de papel, identificando-as e enviando-as, imediatamente, para um laboratório.

Na Tabela 5.4. são apresentadas orientações quanto à amostragem para a diagnose foliar em algumas culturas, com o objetivo de reduzir-se as possíveis variações no processo.

5.3.3. Interpretação dos resultados da análise foliar

A determinação de “níveis críticos” para os diversos nutrientes nas culturas de interesse econômico é uma tarefa que demanda grande esforço por parte da pesquisa. Para algumas culturas esses níveis já estão estabelecidos em condições brasileiras, enquanto para outras existem informações obtidas apenas em outras regiões do mundo. As informações disponíveis podem ser usadas como um guia básico para a interpretação da diagnose da fertilidade do solo e da nutrição da planta (Tabela 5.5.).

Para aquelas culturas em que ainda não se estabeleceram os níveis adequados de nutrientes que permitam a interpretação dos resultados analíticos, pode-se comparar dados de plantas aparentemente normais com os de plantas que apresentam algum sintoma de deficiência. Essa comparação possibilita o estabelecimento de padrões para a interpretação dos resultados. Contudo deve-se ter em consideração o nível de tecnologia adotado, por exemplo, alto, médio e baixo.

5.3.4. Diagnose visual

A observação do aspecto vegetativo de uma planta tem se mostrado como um bom método de diagnose de possíveis deficiências nutricionais. É um método qualitativo que se baseia no aparecimento de sintomas característicos em diversas partes da planta, principalmente nas folhas, quando a planta encontra-se com deficiência aguda de um ou mais nutrientes.

Embora seja um método rápido e eficiente, quando realizado por um técnico com grande experiência com a cultura, o método apresenta algumas limitações. Salvo para alguns nutrientes cujos sintomas são bem característicos, o emprego desse método é de valor prático limitado, tanto pela possibilidade de ocorrência simultânea de mais de um sintoma, quanto pela falta de precisão, confundindo-se, às vezes, com efeitos produzidos por pragas, doenças, estado hídrico do solo, efeito de herbicidas e excesso de fertilizantes. Uma grande limitação é o fato de que o nutriente pode estar limitando a produção, sem, contudo, provocar sintomas visuais. Além disso, a diagnose é feita, muitas vezes, num estágio do crescimento da planta, que a correção da deficiência não é mais recomendável.

Os sintomas de deficiência são obtidos cultivando-se as plantas de interesse em soluções nutritivas incompletas, a fim de provocar, pela falta absoluta do nutriente, o sintoma desejado. Com base nessas observações, são elaboradas chaves para a identificação de sintomas no campo (Tabela 5.6.).

TABELA 5.4. Procedimento de amostragem para diagnose foliar em algumas culturas

Cultura	Parte da planta	Idade, época, posição da folha	Nº de folhas e nº de plantas
Abacate	Limbo	Da 4ª a 6ª folha, a partir da extremidade de ramos sem frutos e sem segmentos secundários. Folhas com seis meses de idade, aproximadamente	4 folhas por planta, nos 4 pontos cardeais, amostra de 25 árvores
Abacaxi	Folha "D" inteira	No florescimento	1 folha por planta, amostra de 50 plantas. Cortar as folhas em pedaços e retirar 20 g
Abóbora	Pecíolo	Da folha recém-madura, no florescimento	1 por planta, amostra de 40 plantas
Alface	Nervura mediana	Da folha envolvente, no aparecimento da cabeça	1 por planta, amostra de 50 plantas
Algodão	Limbo	Da 5ª folha a partir do ápice da haste, no florescimento (1ª folha é aquela completamente aberta)	1 por planta, amostra de 30 plantas
Alho	Folha	Mais nova completamente desenvolvida, antes da formação do bulbo, durante ou depois	1 por planta, amostra de 40 plantas
Amendoim	Folha com pecíolo	4ª a partir da base, no caule principal, sem contar os ramos cotiledonares, no florescimento	1 por planta, amostra de 50 plantas
Amoreira	Limbo	Da 1ª folha adulta abaixo do ponto de crescimento, na época da colheita	2 folhas por planta, amostra de 50 plantas
Arroz	Folha	Lâminas de folhas recém-maduras, no florescimento	1 folha por planta, amostra de 200 plantas
Aspargo	Ramo	0,30 m superiores dos ramos maduros, eliminando-se a haste	1 ramo por planta, amostra de 25 plantas
Banana	Folha	0,10 m centrais da 3ª folha a partir do ápice, eliminando-se a nervura central, na época de emissão da inflorescência	1 folha por planta, amostra de 25 plantas
Batata	Folha	4ª ou 5ª a partir da ponta, no início do florescimento	1 folha por planta, amostra de 50 a 100 plantas

TABELA 5.4. Procedimento de amostragem para diagnose foliar em algumas culturas. Continuação

Cultura	Parte da planta	Idade, época, posição da folha	Nº de folhas e nº de plantas
Brócolis	Nervura principal	Da folha recém-madura, no meio do ciclo	1 por planta, amostra de 40 plantas
Cacau	Limbo	2ª e 3ª folhas verdes, a partir do ápice do ramo na altura média da planta, 4 a 8 semanas após o florescimento principal	4 folhas por planta, amostra de 25 plantas
Café	Folha com pecíolo	3º par de folhas, a partir da ponta do galho na altura média da planta	4 folhas por planta, nos pontos cardeais, amostra de 25 plantas
Cana-de-Açúcar	Folha	0,20 m centrais da folha +3 , excluída a nervura central, dos 4 ao 5 meses de idade	1 folha por planta, amostra de 100 plantas
Cebola	Folha	Mais alta, no meio do ciclo	1 por planta, amostra de 40 plantas
Cenoura	Folha com pecíolo	Época de maior crescimento das raízes. Cortar a coroa	1 por planta, amostra de 50 plantas
Citros	Folha com pecíolo	4 a 7 meses de idade (ramos com ou sem frutos)	4 folhas por planta, nos pontos cardeais, amostra de 25 plantas
Coco	Folíolo	Retirar 3 folíolos de cada lado da parte central da folha. Coletar 0,10 m centrais do folíolo, eliminando-se a nervura central. Até 4 anos: folha nº 4; 5 a 7 anos: folha nº 9; mais de 8 anos : folha nº 14	1 folha por planta, amostra de 25 plantas
Couve-flor	Nervura central das folhas externas	No início da formação da cabeça	1 folha por planta, amostra de 50 plantas
Ervilha	Limbo ou pecíolo	Do 3º nó a partir do ápice, quando a planta estiver com 8 a 9 nós	1 folha por planta, amostra de 50 plantas
Feijão	Limbo	Da 2ª folha a partir da ponta, no florescimento	1 folha por planta, amostra de 50 plantas
Goiaba	Folha com pecíolo	4º par, de ramos terminais sem frutos, um mês depois de terminar o crescimento do ramo	4 pares de folhas por planta, amostra de 25 plantas

TABELA 5.4. Procedimento de amostragem para diagnose foliar em algumas culturas. Continuação

Cultura	Parte da planta	Idade, época, posição da folha	Nº de folhas e nº de plantas
Mamão	Folha "F" (limbo)	Na axila com a primeira flor completamente expandida	1 por planta, amostra de 18 plantas
Mamona	Limbo	Da 4ª folha a partir da ponta, no início do florescimento	1 por planta, amostra de 30 plantas
Mandioca	Limbo (folíolo)	Da folha que faz um ângulo de 90º com o caule (aproximadamente a 1ª folha a partir do ápice da haste principal). A 1ª coleta quando a planta tiver 1/3 da sua altura, a 2ª após a ramificação sobre os ramos primários, a 3ª coleta é feita sobre os ramos secundários	1 por planta, amostra de 30 plantas por época
Manga	Folha com pecíolo	Da parte média dos ramos do penúltimo fluxo vegetativo (folha recém-madura), na altura média das plantas, antes do florescimento	4 folhas por planta, nos pontos cardeais, amostra de 25 plantas
Maracujá	Folha	4ª recém-madura, a partir do ápice de ramos produtivos, no fim da estação chuvosa	1 por planta, amostra de 80 a 100 plantas
Melancia	Pecíolo	Da 6ª folha, a partir da ponta, na formação do primeiro fruto	1 por planta, amostra de 40 plantas
Melão	Pecíolo	Da 6ª folha, a partir da ponta, no florescimento, formação do primeiro fruto ou primeiro fruto maduro	1 por planta, amostra de 40 plantas
Milho	Folha	Oposta e abaixo da espiga inferior (inflorescência feminina)	1 por planta, amostra de 50 a 100 plantas
Morango	Limbo	Das 3ªs folhas a partir do ápice, no florescimento	1 folha por planta, amostra de 50 plantas
Pepino	Pecíolo	Da 6ª folha a partir da ponta, após o aparecimento dos primeiros frutos	1 por planta, amostra de 40 plantas
Pimentão	Folha	Recém-madura inteira, durante o florescimento pleno	1 por planta, amostra de 40 plantas

TABELA 5.4. Procedimento de amostragem para diagnose foliar em algumas culturas. Continuação

Cultura	Parte da planta	Idade, época, posição da folha	Nº de folhas e nº de plantas
Repolho	Nervura central da folha externa envolvente	No início da formação da cabeça	1 por planta, amostra de 50 plantas
Seringueira	Folha sem pecíolo	Árvores até 4 anos: 4 folhas da base, de um buquê terminal situado no exterior da copa em plena luz. Essas folhas devem ter de 4 a 6 meses. Árvores com mais de 4 anos: 4 folhas da base de um mesmo buquê. Essas folhas devem ter de 10 a 12 meses	Amostra de 25 plantas
Soja	Folha com pecíolo	3ª folha inteira, a partir do topo da haste principal da planta, no florescimento	1 por planta, amostra de 30 plantas
Sorgo	Folha	2ª folha superior madura, no emborrachamento	1 por planta, amostra de 20 plantas
Tomate	Folha sem pecíolo	3ª ou 4ª folha a partir da ponta no início do florescimento	1 por planta, amostra de 50 plantas
Videira	Pecíolo	Da folha madura adjacente ao 1º cacho, da base para a ponta do ramo, no final do florescimento	1 por planta, amostra de 50 a 100 plantas

Fontes: Malavolta e Romero (1975); Malavolta *et al.* (1989); Natale *et al.* (1996); Rodríguez Suppo (1982); Ruggiero *et al.* (1996); Trani *et al.* (1983)

TABELA 5.5. Teores adequados de nutrientes nas folhas para diversas culturas

Cultura	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Fon te(s)
	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹						
Abacate	17,5 - 18,5	0,8 - 2,5	7,5 - 20,0	10,0 - 30,0	2,5 - 8,0	2,0 - 6,0	15 - 100	5 - 15	50 - 200	30 - 500	30 - 150	5
Abacaxi	20,0 - 22,0	2,1 - 2,3	25,0 - 27,0	3,0 - 4,0	4,0 - 5,0	2,0 - 3,0	30 - 40	9 - 12	100 - 200	50 - 200	10 - 15	2
Abóbora ^(a)	30,0 - 35,0	6,0 - 7,0	24,0 - 26,0	48,0 - 49,0	9,0 - 10,5	-	-	-	-	-	-	4
Alface	34,0 - 40,0	4,0 - 6,0	50,0 - 80,0	14,0 - 20,0	3,0 - 7,0	-	25 - 55	10 - 80	50 - 500	30 - 200	25 - 150	4
Algodão	32,0	1,7	15,0	20,0	5,0	4,0	50	8	-	-	30	6
Alho	30,0 - 50,0	3,0	20,0 - 40,0	1,0 - 6,0	1,5 - 3,0	3,0 - 15,0	50	25	200	100	75	2
Amendoim	40,0	2,0	15,0	20,0	3,0	2,5	140 - 180	-	-	110 - 440	-	2
Arroz	30,0 - 40,0	1,4 - 2,7	14,0 - 28,0	1,6 - 3,9	1,2 - 2,1	1,7 - 2,0	-	-	89 - 193	237 - 744	22 - 161	4
Aspargo	29,5 - 49,0	1,8 - 3,5	11,6 - 26,4	8,6 - 17,6	2,7 - 7,0	-	25 - 211	6 - 11	-	72 - 173	16 - 30	4
Banana	26,0	2,2	28,0	6,0	3,0	2,0	15	8	70	-	20	6
Batata	55,0 - 65,0	3,5 - 5,5	45,0 - 65,0	10,0 - 20,0	3,0 - 5,0	-	30 - 60	6 - 20	70 - 150	50 - 300	20 - 60	4
Cacau	28,0	2,0	33,0	3,0	4,0	3,0	32	15	-	-	30	1
Café	28,0	1,2	18,0	10,0	3,5	2,0	40	6	70	50	10	6
Cana	16,0	1,2	12,0	4,0	2,0	2,0	10	6	100	50	10	6
Cebola	25,0 - 35,0	2,5 - 4,0	25,0 - 50,0	15,0 - 35,0	3,0 - 5,0	-	30 - 45	6 - 20	-	-	20 - 55	4
Cenoura	26,0	3,1	29,0 - 33,0	14,0 - 30,0	3,0 - 5,5	-	29 - 35	5 - 7	120 - 350	190 - 350	20 - 50	4
Citros	22,0	1,2	10,0	30,0	3,0	2,0	50	6	60	25	25	6
Coco	17,0	1,0	5,0	5,0	3,0	-	-	-	-	-	-	1
Couve-flor	25,0	5,0	25,0	35,0	-	-	40	5	-	60	-	6
Feijão arranca	30,0 - 50,0	2,0 - 3,0	20,0 - 25,0	15,0 - 20,0	4,0 - 7,0	5,0 - 10,0	30 - 60	10 - 20	100 - 450	30 - 300	20 - 100	2
Feijão corda	18,0 - 22,0	1,2 - 1,5	30,0 - 35,0	50,0 - 55,0	5,0 - 8,0	1,5 - 2,0	150 - 200	5 - 7	700 - 900	400 - 425	40 - 50	2
Goiaba	22,0 - 26,0	1,4 - 1,9	14,0 - 20,0	7,0 - 15,0	2,5 - 4,0	2,5 - 3,5	20 - 25	10 - 40	50 - 150	80 - 180	25 - 35	3
Mamão/limbo	45,0 - 50,0	5,0 - 7,0	25,0 - 30,0	20,0 - 22,0	10,0	4,0 - 6,0	15	11	291	70	43	2
Mandioca	51,0 - 58,0	3,0 - 5,0	13,0 - 20,0	7,5 - 8,5	2,9 - 3,1	2,6 - 3,0	30 - 60	6 - 10	120 - 140	50 - 120	30 - 60	2
Manga	12,0 - 13,0	1,2 - 1,4	4,0 - 6,0	30,0 - 33,0	5,0 - 6,0	1,6 - 1,8	30	30	70	120	90	2
Maracujá	40,0 - 50,0	4,0 - 5,0	35,0 - 45,0	15,0 - 20,0	3,0 - 4,0	3,0 - 4,0	40 - 50	10 - 20	120 - 200	400 - 600	25 - 40	2
Milho	27,5 - 32,5	2,5 - 3,5	17,5 - 22,5	2,5 - 4,0	2,5 - 4,0	1,5 - 2,0	15 - 20	6 - 20	50 - 250	50 - 150	15 - 50	2
Pepino ^(a)	30,0 - 35,0	6,0 - 7,0	24,0 - 26,0	48,0 - 49,0	9,0 - 10,5	-	-	-	-	-	-	4
Pimentão	30,0 - 45,0	3,0 - 7,0	40,0 - 54,0	4,0 - 6,0	10,0 - 17,0	-	40 - 100	10 - 20	-	26 - 300	35 - 260	4
Soja	45,0 - 55,0	2,6 - 5,0	17,0 - 25,0	4,0 - 20,0	3,0 - 10,0	2,5	21 - 55	10 - 30	51 - 350	21 - 100	21 - 50	2
Sorgo	13,0 - 15,0	4,0 - 8,0	25,0 - 30,0	4,0 - 6,0	4,0 - 6,0	8,0 - 10,0	20	10	200	100	20	2
Tomate	30,0	3,5	40,0	14,0 - 18,0	4,0	3,0	50 - 70	10 - 15	500 - 700	250 - 400	60 - 70	2
Videira/limbo	15,0 - 25,0	2,0 - 4,0	12,0 - 20,0	20,0 - 35,0	3,0 - 6,0	-	25 - 40	12 - 20	60 - 180	80 - 120	25 - 60	-
/pecíolo ^(b)	25,0 - 27,0	2,0 - 4,6	15,0 - 20,0	12,0 - 40,0	3,0 - 4,0	2,0 - 3,0	30 - 100	> 6	-	40 - 100	25 - 40	2-4

(a) Folha com pecíolo; (b) N - NO₃: 500 - 1200 mg kg⁻¹

Fontes: (1)Malavolta & Romero (1975); (2)Malavolta et al. (1989); (3)Natale et al. (1996); (4)Reuter & Robinson (1986); (5)Rodríguez Suppo (1982); (6)Trani et al. (1983)

TABELA 5.6. Chave para a identificação de sintomas clássicos de deficiências (-) e excessos (+) nutricionais em plantas

Sintomas	Causa mais provável
Folhas ou órgãos mais velhos	
1. Clorose em geral uniforme (dicotiledôneas)	-N
2. Cor verde azulada com ou sem amarelecimento das margens	-P
3. Clorose e depois necrose das pontas e margens; clorose internerval nas folhas novas (monocotiledôneas)	-K
4. Clorose internerval seguida ou não da cor vermelho-roxa	-Mg
5. Murchamento (ou não), clorose e bronzeamento	-Cl
6. Clorose uniforme, com ou sem estrangulamento do limbo e manchas pardas internervais; encurvamento (ou não) do limbo	-Mo
7. Cor verde azulada com ou sem amarelecimento das margens	+Al
8. Pontuações pequenas e pardas perto das nervuras; coalescência, encarquilamento e clorose; internódios curtos	+Mn
9. Clorose mosqueada perto da margem, manchas secas perto das margens e na ponta	+B
10. Manchas aquosas e depois negras no limbo entre as nervuras	+Cu
Folhas ou órgãos mais novos	
1. Murchamento das folhas, colapso do pecíolo; clorose marginal; manchas nos frutos; morte das gemas	-Ca
2. Clorose geralmente uniforme	-S
3. Folhas menores e deformadas; morte da gema; encurvamento de internódios; superbrotamento de ramos; suberização de nervuras; fendas na casca	-B
4. Murchamento, cor verde azulada, deformação do limbo; encurvamento dos ramos; deformação das folhas; exsudação de gema (ramos e frutos)	-Cu
5. Clorose, nervuras em reticulado verde e fino	-Fe
6. Clorose, nervuras em reticulado verde e grosso, tamanho normal	-Mn
7. Folhas lanceoladas (dicotiledôneas), clorose internerval, internódio curto; morte de gemas ou região de crescimento	-Zn

Fonte: Adaptado de Malavolta et al. (1989)

Referências Bibliográficas

- ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS (São Paulo, SP). Determinação da necessidade de adubação; In: ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS (São Paulo, SP). **Manual de adubação**. 2.ed. São Paulo, 1975. p. 152 - 176.
- BRAGA, J. M. **Avaliação da fertilidade do solo**. Viçosa: UFV, 1983. 101p.
- CATANI, R.A.; GALLO, J.R.; GARGANTINI, H. Amostragem de solo, métodos de análise, interpretação e indicações para fins de fertilidade. **Boletim do IAC**, São Paulo, v. 69, p. 1 - 28, 1955.
- COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO (Recife, PE). **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco**; 1ª aproximação. Recife: EMATERPE - PE, 1982. 81p.
- COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (Lavras, MG). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Lavras, 1989. 159p.
- COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO (Salvador, BA). **Manual de adubação e calagem para o estado da Bahia**. Salvador, 1989. 173p.
- DAVIDES, D.; DAVIDESCO, V. Some general aspects of chemical testing of the soil. In: DAVIDES, D.; DAVIDESCO, V. **Evaluation of soil fertility by plants and soil analysis**. England: Abacus Press, p. 303-380, 1982.
- DECHEN, A.R.; BATAGLIA, O.C.; SANTOS, W.R. dos. **Conceitos fundamentais da interpretação de análise de plantas**. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., 1994. Petrolina, PE. Fertilizantes: insumo básico para agricultura e combate à fome - **Anais**. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA/SBCS, p. 87-115, 1995.
- DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D. L. de; SANTOS, G. de A.; CUNHA, L. H.; FREIRE, L. R.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B. do; PEREIRA, N. N. C.; EIRA, P. A. da; BLOISE, R. M.; SALEK, R. C. **Manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro**. Itaguaí: UFRRJ, 1988. 179p. (UFRRJ. Ciências Agrárias, 2).
- EMBRAPA - Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Rio de Janeiro: **Manual de Métodos de Análises de Solo**. Rio de Janeiro, SNLCS, 1979.
- FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; FERREIRA JUNIOR, M.E. **Avaliação da fertilidade empregando o sistema I A C de análise de solo**. Jaboticabal: UNESP, 1990. 94p.
- FINK, A. Optimal amounts of fertilizer. In: FINK, A. **Fertilizers and fertilization**. Weinheim: Verlag Chemic, p. 179-238, 1982.

- JAMES, D.W.; WELLS, K.L. Soil sample collection and handling: technique based on source and degree of field variability. In: WESTERMAN, R.L. **Soil testing and plant analysis**. Madison: Soil Science Society of America, 1990. p. 25-44. (SSSA. Book Series, 3).
- LEITE, J.P. Amostragem de solo. In: LEITE, J.P. **Manual de laboratório para análise de fertilidade do solo**. 2. ed. Recife: UFRPE, 1984. 163p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola; adubos e adubação**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 607p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas; princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 201p.
- MALAVOLTA, E.; ROMERO, J.P. **Manual de adubação**. 2. ed. São Paulo: ANDA, 1975. 346p.
- MELSTED, S.W.; PECK, T.R. Principles of soil testing. In: WALSH, L.M./ BEATON, J.D. **Soil testing and plant analysis**. Madison: A S A, p. 13-21, 1973.
- MIELNICZUK, J.; LUDWICK, A; BOHNEN, H. **Recomendações de adubo e calcário para solos e culturas do Rio Grande do Sul**. 2. ed. aproximação. Porto Alegre: UFRS, 1971. 9p. (UFRS. Boletim Técnico, 2).
- NATALE, W.; COUTINHO, E.L.M.; BOARETTO, A.E.; PEREIRA, F.M. **Goiabeira: calagem e adubação**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 22p.
- ORLANDO FILHO, J.; RODELLA, A. A. Análise química do solo e recomendações de adubação. In: ORLANDO FILHO, J. **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: PLANALSUCAR, p. 255-278, 1983. (PLANALSUCAR. Coleção, 2).
- PECK, T.R.; MELSTED, S.W. Field sampling for soil testing. In: WALSH, L.M.; BEATON, J.D. **Soil testing and plant analysis**. Madison: A S A, p. 67 - 75, 1973.
- RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1991. 343p.
- RAIJ, B. van. Avaliação da fertilidade do solo. In: RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, p. 89-115, 1991.
- RAIJ, B. van; SILVA, N.M. da; BATAGLIA, O.C.; QUAGGIO, J.A.; HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; BELLINAZZI JUNIOR, R.; DECHEN, A.R.; TRANI, P.E. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1985. 107p. (IAC. Boletim Técnico, 100).
- REED, J.F. Sampling soils for chemical test. **Better Crops and plant food**, Atlanta, v. 37, n.8, p. 13.

- REUTER, D.J.; ROBINSON, J.B. **Plant analysis:** an interpretation manual. Melbourne: Inkata Press, 1986. 218p.
- RODRÍGUEZ SUPPO, F. **El aguacate.** México: AGT, 1982. 167p.
- RUGGIERO, C.; SÃO JOSÉ, A.R.; VOLPE, C.A.; OLIVEIRA, J.C. de.; DURIGAN, J.F.; BAUMGARTNER, J.G.; SILVA, J.R. da.; NAKAMURA, K.; FERREIRA, M.E.; KAVATI, R.; FERREIRA, V.P. **Maracujá para exportação:** aspectos técnicos da produção. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. 64p. (EMBRAPA - SPI. Publicações Técnicas FRUPEX, 19).
- SABBE, W.E.; MARX, D.B. Soil sampling; spatial and temporal variability. In: BROWN, J.R. Soil testing; sampling, correlation, calibration and interpretation. Madison: **Soil Science Society of America**, p. 1 - 14, 1987.
- TRANI, P.E.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O.C. **Análise foliar:** amostragem e interpretação. Campinas: Cargill, 1983. 18p.
- WELCH, C.D.; FITTS, J.W. Some factors affecting soil sampling. **Soil Science of America Proceedings**, Wisconsin, v. 20, p. 54 - 56, 1956.